

UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

Re: Application of: **Johann ENGELHARDT**
Serial No.: To Be Assigned
Filed: Herewith
For: SCANNING MICROSCOPE HAVING AN OPTICAL
COMPONENT, AND OPTICAL COMPONENT

LETTER RE: PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450


July 11, 2003

Sir:

Applicant hereby claims priority of German Application Serial No. 102 31 475.6, filed 12 July 2002. A certified copy is herewith respectfully submitted.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By 
William C. Gehris
Reg. No. 38,156

Davidson, Davidson & Kappel, LLC
485 Seventh Avenue, 14th Floor
New York, New York 10018
(212) 736-1940

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 31 475.6

Anmeldetag: 12. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Leica Microsystems Heidelberg GmbH,
Mannheim/DE

Bezeichnung: Scanmikroskop mit optischem Bauteil und
optisches Bauteil

IPC: G 02 B, G 02 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoß

Scanmikroskop mit optischem Bauteil und optisches Bauteil

- 5 Die Erfindung betrifft ein Scanmikroskop, das einen Strahlengang definiert, mit einem in dem Strahlengang angeordnetem optischen Bauteil, das eine ebene Eintrittsfläche, durch die ein Lichtstrahlenbündel unter einem Eintrittswinkel einkoppelbar ist, und eine ebene Austrittsfläche, durch die das Lichtstrahlenbündel unter einem Austrittswinkel auskoppelbar ist, aufweist.
- 10 Die Erfindung betrifft auch ein optisches Bauteil, das eine ebene Eintrittsfläche, durch die ein Lichtstrahlenbündel unter einem Eintrittswinkel einkoppelbar ist, und eine ebene Austrittsfläche durch die das Lichtstrahlenbündel unter einem Austrittswinkel auskoppelbar ist, aufweist.
- 15 In der Scanmikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl beleuchtet, um das von der Probe emittierte Reflexions- oder Fluoreszenzlicht zu beobachten. Der Fokus eines Beleuchtungslichtstrahles wird mit Hilfe einer steuerbaren Strahlableitvorrichtung, im Allgemeinen durch Verkippen zweier Spiegel, in einer Objektebene bewegt, wobei die Ablenkachsen meist senkrecht aufeinander stehen, so dass ein Spiegel in x-, der andere in y-Richtung ablenkt. Die Verkipfung der Spiegel wird beispielsweise mit Hilfe von Galvanometer-Stellelementen bewerkstelligt. Die Leistung des vom Objekt kommenden Lichtes wird in Abhängigkeit von der Position des Abtaststrahles gemessen. Üblicherweise werden die Stellelemente mit Sensoren zur Ermittlung der aktuellen Spiegelstellung ausgerüstet.
- 20

Speziell in der konfokalen Scanmikroskopie wird ein Objekt mit dem Fokus eines Lichtstrahles in drei Dimensionen abgetastet.

Ein konfokales Rastermikroskop umfasst im Allgemeinen eine Lichtquelle, eine Fokussieroptik, mit der das Licht der Quelle auf eine Lochblende – die

5 sog. Anregungsblende - fokussiert wird, einen Strahlteiler, eine Strahlableitvorrichtung zur Strahlsteuerung, eine Mikroskopoptik, eine Detektionsblende und die Detektoren zum Nachweis des Detektions- bzw. Fluoreszenzlichtes. Das Beleuchtungslicht wird über einen Strahlteiler eingekoppelt. Das vom Objekt kommende Fluoreszenz- oder Reflexionslicht

10 gelangt über die Strahlableitvorrichtung zurück zum Strahlteiler, passiert diesen, um anschließend auf die Detektionsblende fokussiert zu werden, hinter der sich die Detektoren befinden. Detektionslicht, das nicht direkt aus der Fokusregion stammt, nimmt einen anderen Lichtweg und passiert die Detektionsblende nicht, so dass man eine Punktinformation erhält, die durch

15 sequentielles Abtasten des Objekts zu einem dreidimensionalen Bild führt. Meist wird ein dreidimensionales Bild durch schichtweise Bilddatennahme erzielt, wobei die Bahn des Abtastlichtstrahles auf bzw. in dem Objekt idealer Weise einen Mäander beschreibt. (Abtasten einer Zeile in x-Richtung bei konstanter y-Position, anschließend x-Abtastung anhalten und per y-

20 Verstellung auf die nächste abzutastende Zeile schwenken und dann, bei konstanter y-Position, diese Zeile in negativer x-Richtung abtasten u.s.w.). Um eine schichtweise Bilddatennahme zu ermöglichen, wird der Probentisch oder das Objektiv nach dem Abtasten einer Schicht verschoben und so die nächste abzutastende Schicht in die Fokusebene des Objektivs gebracht.

25 Bei vielen Anwendungen werden Proben mit mehreren Markern, beispielsweise mehreren unterschiedlichen Fluoreszenzfarbstoffen präpariert. Diese Farbstoffe können sequentiell, beispielsweise mit Beleuchtungslichtstrahlen, die unterschiedliche Anregungswellenlängen aufweisen, angeregt werden. Auch eine simultane Anregung mit einem

30 Beleuchtungslichtstrahl, der Licht mehrerer Anregungswellenlängen beinhaltet, ist üblich. Aus der Europäischen Patentanmeldung EP 0 495 930: „Konfokales Mikroskopsystem für Mehrfarbenfluoreszenz“ ist beispielsweise

ein Anordnung mit einem einzelnen mehrere Laserlinien emittierenden Laser bekannt. Derzeit sind in der Praxis solche Laser meist als Mischgaslaser, insbesondere als ArKr-Laser, ausgebildet.

5 In der Scanmikroskopie kommt es oft zu Abbildungsfehlern, die auf Interferenzerscheinungen zurückzuführen sind. Meist entstehen diese Interferenzen durch Mehrfachreflexionen an verschiedenen optischen Grenzschichten innerhalb des Scanmikroskops.

10 Aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 100 42 114.8 A1 ist ein Verfahren zur Beleuchtung eines Objekts mit Licht einer Laserlichtquelle, vorzugsweise in einem konfokalen Rastermikroskop bekannt. Mit dem Verfahren kann die Kohärenzlänge des Laserlichts herabgesetzt werden, so dass störende Interferenzerscheinungen im Bild weitgehend eliminiert werden können. Falls sich dennoch Interferenzerscheinungen ausbilden, sollen diese derart beeinflusst werden, dass sie auf die Detektion keinen Einfluss haben. Das
15 erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenlage des Lichtfelds mit einem Modulationsmittel derart variiert wird, dass Interferenzerscheinungen im optischen Strahlengang innerhalb eines vorgebbaren Zeitintervalls nicht oder nur in einem nicht detektierbaren Umfang auftreten.

20 Das in der Offenlegungsschrift offenbarte Verfahren ist insbesondere für hohe Messgeschwindigkeiten oder Abbildungen aufwendig und erlaubt auf Grund der speziellen Anforderungen an die Beleuchtung nur schwierig einen Wechsel der Beleuchtungslicht-Wellenlänge oder gar eine Beleuchtung mit Licht, das mehrere Wellenlängen beinhaltet.

25 Es ist Aufgabe der Erfindung ein Scanmikroskop anzugeben, bei dem durch störende Interferenzen verursachte Abbildungsfehler vermieden sind und das gleichzeitig einen Wechsel der Beleuchtungslicht-Wellenlänge oder der Detektionslichtwellenlänge oder die simultane Beleuchtung der Probe mit einem Beleuchtungslichtstrahl mehrerer Wellenlängen oder die simultane
30 Detektion von Detektionslicht mehrerer Wellenlängen weitgehend fehlerfrei ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Scanmikroskop gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das optische Bauteil zumindest zwei Elemente, die zumindest zwei unterschiedliche Brechungsindices aufweisen, beinhaltet und dass der Eintrittswinkel und Austrittswinkel unterschiedlich sind.

- 5 Eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, ein optisches Bauteil anzugeben, das in einem Strahlengang positionierbar ist, ohne dass störende Interferenzen auftreten.

- 10 Diese Aufgabe durch ein optisches Bauteil gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das optische Bauteil zumindest zwei Elemente, die zumindest zwei unterschiedliche Brechungsindices aufweisen, beinhaltet und dass der Eintrittswinkel und Austrittswinkel unterschiedlich sind und dass von dem Lichtstrahlenbündel durch das optische Element abgespaltene Teilstrahlenbündel räumlich soweit von dem Lichtstrahlenbündel separiert sind, dass diese nicht mit dem Lichtstrahlenbündel interferieren.

- 15 Die Erfindung hat den Vorteil, dass eine Verbesserung der Bildqualität bei gleichzeitiger flexibler Einsetzbarkeit in Bezug auf die Beleuchtungslicht- und die Detektionslichtwellenlänge ermöglicht ist.

- 20 In einer bevorzugten Ausgestaltung wird das Lichtstrahlenbündel durch das optische Bauteil nicht abgelenkt oder nicht wesentlich abgelenkt, so dass die Ablenkung insgesamt weniger als 5 Grad beträgt. Dies das den Vorteil, dass das optische Bauteil anstelle anderer optischer Elemente, die einen weitgehend durchgehenden Strahlverlauf aufweisen, in den Strahlengang einbringbar ist.

- 25 Vorzugsweise ist der Austrittswinkel für zumindest zwei Wellenlängen identisch. Der guten Ordnung halber sei klargestellt, dass der Eintrittswinkel bzw. Austrittswinkel der Winkel des Lichtstrahlenbündels zur Flächennormalen ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Interferenzen durch Schrägstellen der Eintritts- und/oder Austrittsfläche des optischen Bauteils vermieden, wobei der durch das Schrägstellen auftretende Dispersionseffekt beispielsweise dadurch kompensierbar ist, dass das optische Bauteil achromatisch korrigiert ist. In einer besonderen Ausführungsvariante weist das optische Bauteil mindestens zwei optische Medien mit jeweils unterschiedlicher Brechzahl auf, die beispielsweise als Keile ausgebildet sein können, die vorzugsweise zu einem Doppelkeil zusammengefügt sind. Die Eigenschaften und die Form der optischen Medien, wie beispielsweise die Brechzahl, der Keilwinkel oder die Dicke sind so gewählt, dass ein Lichtstrahlenbündel mit unterschiedlichen Wellenlängen nach Austreten aus dem optischen Bauteil derselben optischen Achse folgen.

Die Erfindung hat in einer bevorzugten Ausgestaltung, bei der das Lichtstrahlenbündel zumindest zwei Anteile unterschiedlicher Wellenlängen aufweist, insbesondere den Vorteil, dass Anteile unterschiedlicher Wellenlängen des Lichtstrahlenbündels nach dem Austritt aus dem optischen Bauteil kollinear verlaufen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das optische Bauteil ein Strahlteiler. Dieser kann zusätzlich beispielsweise dafür vorgesehen sein, einen Referenzstrahl aus dem Beleuchtungslichtstrahl abzuspalten, um die aktuelle Beleuchtungslichtleistung, ggf. wellenlängenspezifisch, zu messen, zu überwachen oder zu steuern.

Der Strahlteiler dient in einer anderen Ausführungsvariante dazu, den Beleuchtungslichtstrahl vom Detektionslichtstrahl räumlich zu trennen. Insbesondere in dieser Variante kann der Strahlteiler funktionell wie ein Strahlteilerwürfel ausgebildet sein ohne dass die störende Interferenzen auftreten.

In einer vorteilhaften Ausführungsvariante ist das optische Bauteil eine Strahlableitenrichtung. Diese ist vorzugsweise monolithisch aufgebaut und kann beispielsweise als K-Scanner ausgeführt sein. Ein K-Scanner ist beispielsweise aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 100 33 549.7 A1

bekannt. In einer besonders bevorzugten Ausführung ist die Strahlableinrichtung aus Prismen zusammengesetzt, die drehbar bzw. schwenkbar angeordnet sind. Die Prismen sind vorzugsweise miteinander verkittet. Die Form und die optischen Eigenschaften der Prismen, insbesondere deren Brechzahlen, Winkel und Durchtrittslängen derart aufeinander abgestimmt sind, dass Beleuchtungs- und/oder Detektionslichtstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen nach Austreten aus der Strahlableinrichtung der gleichen optischen Achse folgen wie im herkömmlichen Bauteil jedoch ohne Störinterferenzen.

10 In einer Variante weist das optische Bauteil mindestens zwei optische Medien mit jeweils unterschiedlicher Brechzahl auf, wobei zwischen den Medien ein Luftspalt bestehen kann. In einer besonderen Ausführungsform beinhaltet das optische Bauteil einen Doppelkeil.

Vorzugsweise ist das optische Bauteil derart ausgeführt, dass ein Lichtstrahlenbündel zumindest zwei Anteile unterschiedlicher Wellenlänge aufweist und dass die Anteile unterschiedlicher Wellenlänge nach dem Austritt aus dem optischen Bauteil kollinear verlaufen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung beinhaltet das optische Bauteil ein akustooptisches Bauteil. Akustooptische Bauteile sind beispielsweise als akustooptische Filter bekannt. Nur beispielsweise sei hier die Deutsche Offenlegungsschrift DE 199 44 355.6 A1 genannt, die ein Scanmikroskop mit einem akustooptischen Bauteil zur Einkopplung eines Beleuchtungslichtstrahles und zur Auskopplung eines Detektionslichtstrahls offenbart.

25 In einer ganz besonders bevorzugten Ausgestaltung ist das Scanmikroskop ein konfokales Scanmikroskop.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleich wirkende Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

30 Fig. 1 Ein erfindungsgemäßes Scanmikroskop,

Fig. 2 ein weiteres erfindungsgemäßes Scanmikroskop,

Fig. 3 eine Detailansicht eines Strahlteilers.

Fig. 1 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Scanmikroskop, das als konfokales Scanmikroskop ausgeführt ist. Der von einer Lichtquelle 1, die als Mehrlinienlaser 3 ausgeführt ist, kommende Beleuchtungslichtstrahl 5 trifft auf ein optisches Bauteil 7, das als Strahlteiler 9 ausgeführt ist. Der Strahlteiler 9 spaltet interferenzenfrei aus dem Beleuchtungslichtstrahl 5 einen Referenzlichtstrahl 11 ab, der mit einem Referenzdetektor 13 detektiert wird. Der Referenzdetektor 13 erzeugt ein in der Amplitude zur Lichtleistung des Referenzlichtstrahles 11 proportionales elektrisches Referenzsignal, das an eine Verarbeitungseinheit 15 zur Überwachung der Beleuchtungslichtleistung übergeben wird. Der Strahlteiler 9 weist eine Eintrittsfläche 17 und eine Austrittsfläche 19 auf, auf die der Beleuchtungslichtstrahl 5 jeweils mit einem von 0 Grad verschiedenen Einfallswinkel auftrifft. Der Strahlteiler 9 ist in Bezug auf seine Form und seine optischen Eigenschaften derart ausgestaltet, dass Anteile unterschiedlicher Wellenlänge des Beleuchtungslichtstrahles 5 nach dem Austritt aus dem optischen Bauteil 7 kollinear verlaufen. Hierzu weist der Strahlteiler 9 ein erstes Element 21 und ein weiteres Element 23 auf, die kittfrei aufeinander gefügt sind. Der aus dem optischen Bauteil 7 austretende Beleuchtungslichtstrahl 5 wird mit Hilfe der Optik 25 auf die Beleuchtungslochblende 27 fokussiert. Nach Passieren der Beleuchtungslochblende 27 wird der Beleuchtungslichtstrahl 5 von einem Strahlteiler 29 zu einem kardanisch aufgehängten Scanspiegel 31, der den Beleuchtungslichtstrahl 5 durch die Scanoptik 33, die Tubusoptik 35 und das Objektiv 37 hindurch über bzw. durch die Probe 39 führt. Die Probe 39 ist mit mehreren Fluoreszenzfarbstoffen markiert. Der Beleuchtungslichtstrahl 5 wird bei nicht transparenten Proben 39 über die Probenoberfläche geführt. Bei biologischen Proben 39 (Präparaten) oder transparenten Proben kann der Beleuchtungslichtstrahl 5 auch durch die Probe 39 geführt werden. Der von der Probe 39 ausgehende Detektionslichtstrahl 41 gelangt durch das Objektiv 37, die Tubusoptik 35 und die Scanoptik 33 hindurch und über den Scanspiegel 31 zum Strahlteiler 29, passiert diesen und trifft nach Passieren

der Detektionsblende 43 auf einen Detektor 45, der als Multibanddetektor 47 ausgeführt ist und der elektrische, zur Leistung des Detektionslichtstrahls 41 proportionale elektrische Detektionssignale erzeugt. Diese werden an die Verarbeitungseinheit 15 weitergeleitet und dort bei der Erzeugung von
5 Bilddaten mit dem Referenzsignal verrechnet. Die Bilddaten werden einem PC 49 übergeben, der dem Benutzer ein Abbild der Probe auf seinem Monitor 51 anzeigt. Erfindungsgemäß treten keine störenden Interferenzen auf, die die Bildqualität verschlechtern könnten.

Fig. 2 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Scanmikroskop, das als
10 konfokales Scanmikroskop ausgeführt ist, mit einer Lichtquelle 1, die einen Lichtstrahl 5 zur Beleuchtung einer Probe 39 emittiert. Der Lichtstrahl 5 wird auf eine Beleuchtungslochblende 27 fokussiert und wird anschließend von einem dichroitischen Strahlteiler 29 und einem nachfolgenden Umlenkspiegel 53 zu einem optischen Bauteil 7, nämlich einer Strahlablenkeinrichtung 57
15 reflektiert, die den Lichtstrahl 5 über die Scanoptik 33, die Tubusoptik 35 und durch das Objektiv 37 hindurch über bzw. durch die Probe 39 führt. Der von der Probe 39 ausgehende Detektionslichtstrahl 41 gelangt durch das Objektiv 37 hindurch, über die Tubusoptik 35 und die Scanoptik 33, und über die Strahlablenkeinrichtung 57 zum dichroitischen Strahlteiler 29, passiert diesen
20 und die folgende Detektionsblende 43 und gelangt schließlich zum Detektor 45, der als Photomultiplier ausgeführt ist. Im Detektor 45 werden elektrische, zur Leistung des vom Objekt ausgehenden Detektionslichtstrahls 41 proportionale Detektionssignale erzeugt. Die Probe wird schichtweise abgetastet, um aus den Detektionssignalen ein dreidimensionales Bild der
25 Probe 39 zu erzeugen.

Die Strahlablenkeinrichtung 57 beinhaltet einen drehbaren Ablenkblock 59, der um die erste Achse 85 drehbar ist. Der Ablenkblock 59 ist aus einem Prisma 61 und einem polygonalen Glasblock 63 gebildet, der einem Prisma
30 ähnelt, wobei die Hypotenusenfläche aus einer ersten Fläche 65 und einer zweiten Fläche 67, die in einem Winkel zueinander stehenden, gebildet ist. Die erste Fläche 65 bildet die Austrittsfläche 19 des optischen Bauteils 7. An

die zweite Fläche 67 ist die eine Kathetenfläche des Prismas 61 gekittet. Die andere Kathetenfläche bildet die Eintrittsfläche 17 des optischen Bauteils 7. Der Beleuchtungslichtstrahl 5 trifft stets unter einem von 0 Grad verschiedenen Einfallswinkel auf die Eintrittsfläche 17 und auf die Austrittsfläche 19 des optischen Bauteils 7. Die Hypotenusenfläche des Prismas 61 bildet eine Total-Reflexionsfläche, die den Beleuchtungslichtstrahl zum Glasblock 63 ablenkt. Durch Totalreflexion wird der Beleuchtungslichtstrahl 5 in dem Glasblock 63 zwei weitere Male umgelenkt und trifft nach Verlassen des Glasblocks 63 auf einen Scanspiegel 69, der um die zweite Achse 71 drehbar ist. Durch Drehen des Ablenkblocks 59 um die erste Achse 85 wird der Lichtstrahl 5 senkrecht zur Papierebene abgelenkt. Das Drehen der des Scanspiegels 69 um die zweite Achse 71 bewirkt eine Ablenkung des Lichtstrahles 5 in der Zeichenebene. Zum Drehen des Ablenkblocks 59 ist ein Galvanometerantrieb 73 vorgesehen, der den Ablenkblock 59 über den Arm 75 bewegt. Der Scanspiegel 69 ist ebenfalls von einem Galvanometer angetrieben, das der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigt ist. Die Form und die optischen Eigenschaften des Ablenkblocks sind so gewählt, dass Beleuchtungslichtstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen nach Austreten aus dem optischen Bauteil derselben optischen Achse folgen.

Weggelassen sind in der Figur wegen der besseren Anschaulichkeit einige optische Elemente zur Führung und Formung der Lichtstrahlen. Diese sind einem auf diesem Gebiet tätigen Fachmann hinlänglich bekannt. Auch bei dieser Variante treten keine störenden Interferenzen auf und somit keine Abbildungsfehler oder Artefakte.

Fig. 3 zeigt als optisches Bauteil 7 einen weiteren Strahlteiler 55 für ein Scanmikroskop, der insbesondere zur Trennung der Strahlengänge von einem Beleuchtungslichtstrahl 5 und einem Detektionslichtstrahl 41 einsetzbar ist. Das optische Bauteil weist eine Eintrittsfläche 17 und eine Austrittsfläche 19 für den Beleuchtungslichtstrahl 5 auf. Der Strahlteiler besteht aus drei in Form und optischer Beschaffenheit unterschiedlichen Glasbausteinen, nämlich einem ersten Glasbaustein 79, einem zweiten Glasbaustein 81 und einem

5 dritten Glasbaustein 83. An der Grenzfläche zwischen dem ersten und zweiten Glasbaustein wird der Beleuchtungslichtstrahl 5 zur Austrittsfläche 19 reflektiert, auf die er mit einem von 0 Grad verschiedenen Einfallswinkel trifft. Die Form und die optischen Eigenschaften der Glasblöcke 79, 81, 83 sind so gewählt, dass Beleuchtungslichtstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen nach Austreten aus dem optischen Bauteil derselben optischen Achse folgen. Auf derselben optischen Achse trifft in umgekehrter Richtung der Detektionslichtstrahl 41 auf den dritten Glasblock, wobei die Austrittsfläche für den Detektionslichtstrahl als Eintrittsfläche fungiert, auf die mit einem von 0 Grad verschiedenen Einfallswinkel trifft. Der Detektionslichtstrahl durchläuft das optische Bauteil und verlässt es durch die weitere Austrittsfläche 77. Die Form und die optischen Eigenschaften der Glasblöcke 79, 81, 83 sind so gewählt, dass sowohl Beleuchtungslichtstrahlen 5 mit unterschiedlichen Wellenlängen als auch Detektionslichtstrahlen 41 mit unterschiedlichen Wellenlängen nach Austreten aus dem optischen Bauteil jeweils derselben optischen Achse folgen. Im Falle, dass der Beleuchtungslichtstrahl 5 und/oder der Detektionslichtstrahl 41 jeweils Anteile mit mehreren Wellenlängen aufweisen, so verlaufen diese Anteile jeweils kollinear zueinander auch nach dem Durchlaufen des optischen Bauteils. Es kommt weder zu störenden Interferenzen, noch zu störenden spektralen Aufspaltungen.

Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

25

Bezugszeichenliste:

| | | |
|----|----|-------------------------|
| | 1 | Lichtquelle |
| | 3 | Mehrlinienlaser |
| 5 | 5 | Beleuchtungslichtstrahl |
| | 7 | optisches Bauteil |
| | 9 | Strahlteiler |
| | 11 | Referenzlichtstrahl |
| | 13 | Referenzdetektor |
| 10 | 15 | Verarbeitungseinheit |
| | 17 | Eintrittsfläche |
| | 19 | Austrittsfläche |
| | 21 | erstes Element |
| | 23 | weiteres Element |
| 15 | 25 | Optik |
| | 27 | Beleuchtungslochblende |
| | 29 | Strahlteiler |
| | 31 | Scanspiegel |
| | 33 | Scanoptik |
| 20 | 35 | Tubusoptik |
| | 37 | Objektiv |
| | 39 | Probe |
| | 41 | Detektionslichtstrahl |
| | 43 | Detektionsblende |
| 25 | 45 | Detektor |

| | | |
|----|----|-------------------------|
| | 47 | Multibanddetektor |
| | 49 | PC |
| | 51 | Monitor |
| | 53 | Umlenkspiegel |
| 5 | 55 | weiterer Strahlteiler |
| | 57 | Strahlablenkeinrichtung |
| | 59 | Ablenckblock |
| | 61 | Prisma |
| | 63 | Glasblock |
| 10 | 65 | erste Fläche |
| | 67 | zweite Fläche |
| | 69 | Scanspiegel |
| | 71 | zweite Achse |
| | 73 | Galvanometerantrieb |
| 15 | 75 | Arm |
| | 77 | weitere Austrittsfläche |
| | 79 | erster Glasbaustein |
| | 81 | zweiter Glasbaustein |
| | 83 | dritter Glasbaustein |
| 20 | 85 | erste Achse |

Patentansprüche

1. Scanmikroskop, das einen Strahlengang definiert, mit einem in dem Strahlengang angeordnetem optischen Bauteil, das eine ebene Eintrittsfläche, durch die ein Lichtstrahlenbündel unter einem Eintrittswinkel einkoppelbar ist, und eine ebene Austrittsfläche, durch die das Lichtstrahlenbündel unter einem Austrittswinkel auskoppelbar ist, aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil zumindest zwei Elemente, die zumindest zwei unterschiedliche Brechungsindices aufweisen, beinhaltet und dass der Eintrittswinkel und Austrittswinkel unterschiedlich sind.
2. Scanmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtstrahlenbündel durch das optische Bauteil nicht abgelenkt wird.
3. Scanmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtstrahlenbündel durch das optische Bauteil nicht mehr als 5 Grad abgelenkt wird.
4. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittswinkel für zumindest zwei Wellenlängen identisch ist.
5. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil ein Strahlteiler ist.
6. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil eine Strahlableitvorrichtung ist.
7. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil ein akustooptisches Bauteil beinhaltet.
8. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil achromatisch korrigiert ist.
9. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil mindestens zwei optische Medien

mit jeweils unterschiedlicher Brechzahl aufweist.

10. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil einen Doppelkeil beinhaltet.
11. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtstrahlenbündel zumindest zwei Anteile unterschiedlicher Wellenlänge aufweist und dass die Anteile unterschiedlicher Wellenlänge nach dem Austritt aus dem optischen Bauteil kollinear verlaufen.
12. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Scanmikroskop ein konfokales Scanmikroskop ist.
13. Optisches Bauteil, das eine ebene Eintrittsfläche, durch die ein unter einem Eintrittswinkel einkoppelbar ist, und eine ebene Austrittsfläche, durch die das Lichtstrahlenbündel unter einem Austrittswinkel auskoppelbar ist, aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil zumindest zwei Elemente, die zumindest zwei unterschiedliche Brechungsindices aufweisen, beinhaltet und dass der Eintrittswinkel und Austrittswinkel unterschiedlich sind und dass von dem Lichtstrahlenbündel durch das optische Element abgespaltene Teilstrahlenbündel räumlich soweit von dem Lichtstrahlenbündel separiert sind, dass diese nicht mit dem Lichtstrahlenbündel interferieren.
14. Optisches Bauteil nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtstrahlenbündel durch das optische Bauteil nicht abgelenkt wird.
15. Optisches Bauteil nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtstrahlenbündel durch das optische Bauteil nicht mehr als 5 Grad abgelenkt wird.
16. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittswinkel für zumindest zwei Wellenlängen identisch ist.
17. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil ein Strahlteiler ist.
18. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch

gekennzeichnet, dass das optische Bauteil eine Strahlablenkeinrichtung ist.

19. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil ein akustooptisches Bauteil beinhaltet.

5 20. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil achromatisch korrigiert ist.

- 21. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil mindestens zwei optische Medien mit jeweils unterschiedlicher Brechzahl aufweist.

10 22. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil einen Doppelkeil beinhaltet.

23. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtstrahlenbündel zumindest zwei Anteile unterschiedlicher Wellenlänge aufweist und dass die Anteile unterschiedlicher

15 Wellenlänge nach dem Austritt aus dem optischen Bauteil kollinear verlaufen.

24. Optisches Bauteil nach einem der Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil in einem Scanmikroskop positionierbar ist.

Zusammenfassung

Ein Scanmikroskop, das einen Strahlengang definiert, mit einem in dem Strahlengang angeordnetem optischen Bauteil, das eine ebene Eintrittsfläche, durch die ein Lichtstrahlenbündel unter einem Eintrittswinkel einkoppelbar ist, und eine ebene Austrittsfläche, durch die das Lichtstrahlenbündel unter einem Austrittswinkel auskoppelbar ist, aufweist, ist offenbart. Das Scanmikroskop ist dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil zumindest zwei Elemente, die zumindest zwei unterschiedliche Brechungsindizes aufweisen, beinhaltet und dass der Eintrittswinkel und Austrittswinkel unterschiedlich sind. Die Erfindung betrifft auch ein optisches Bauteil, das eine ebene Eintrittsfläche, durch die ein Lichtstrahlenbündel unter einem Eintrittswinkel einkoppelbar ist, und eine ebene Austrittsfläche durch die das Lichtstrahlenbündel unter einem Austrittswinkel auskoppelbar ist, aufweist.

Fig. 1

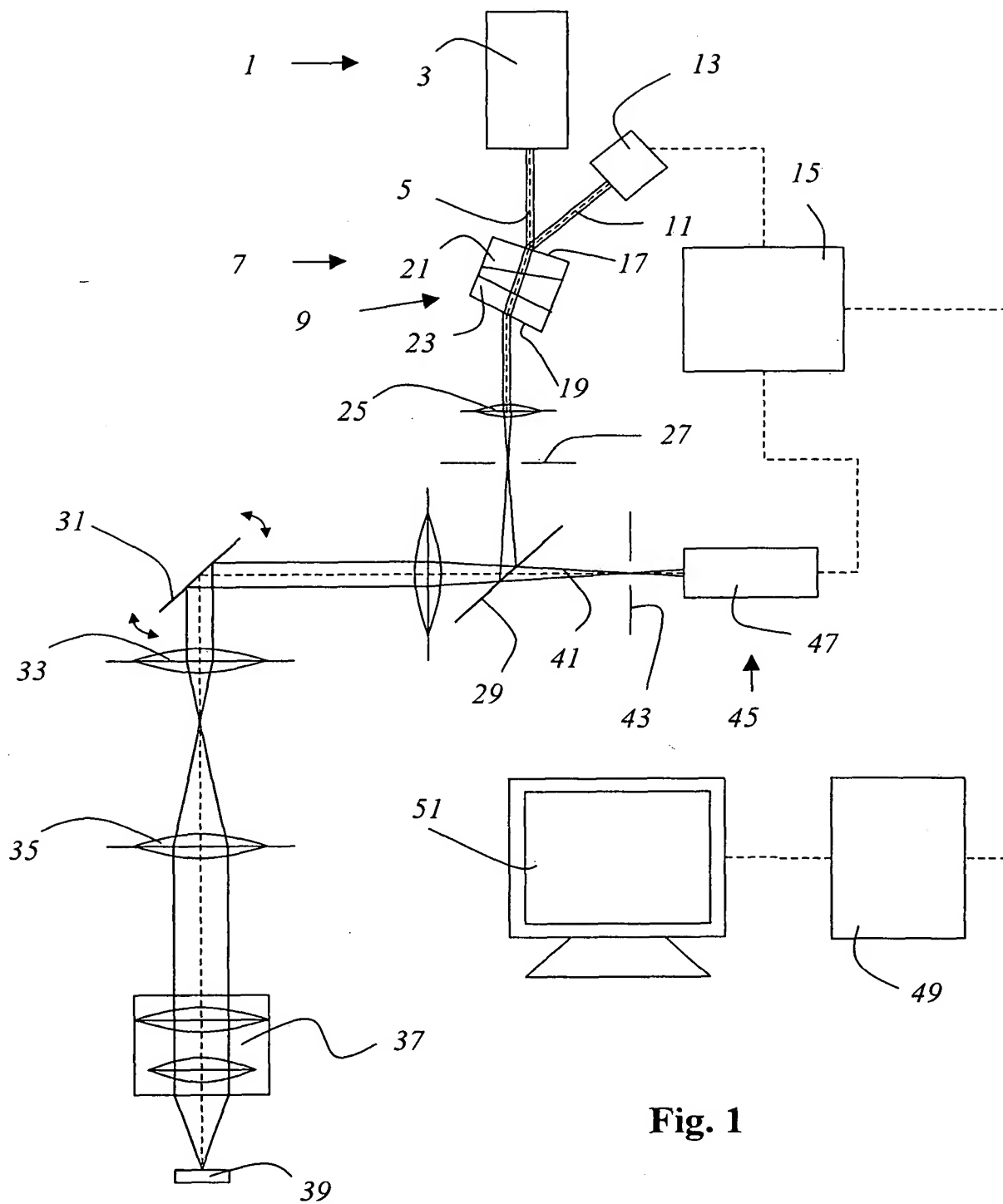


Fig. 1

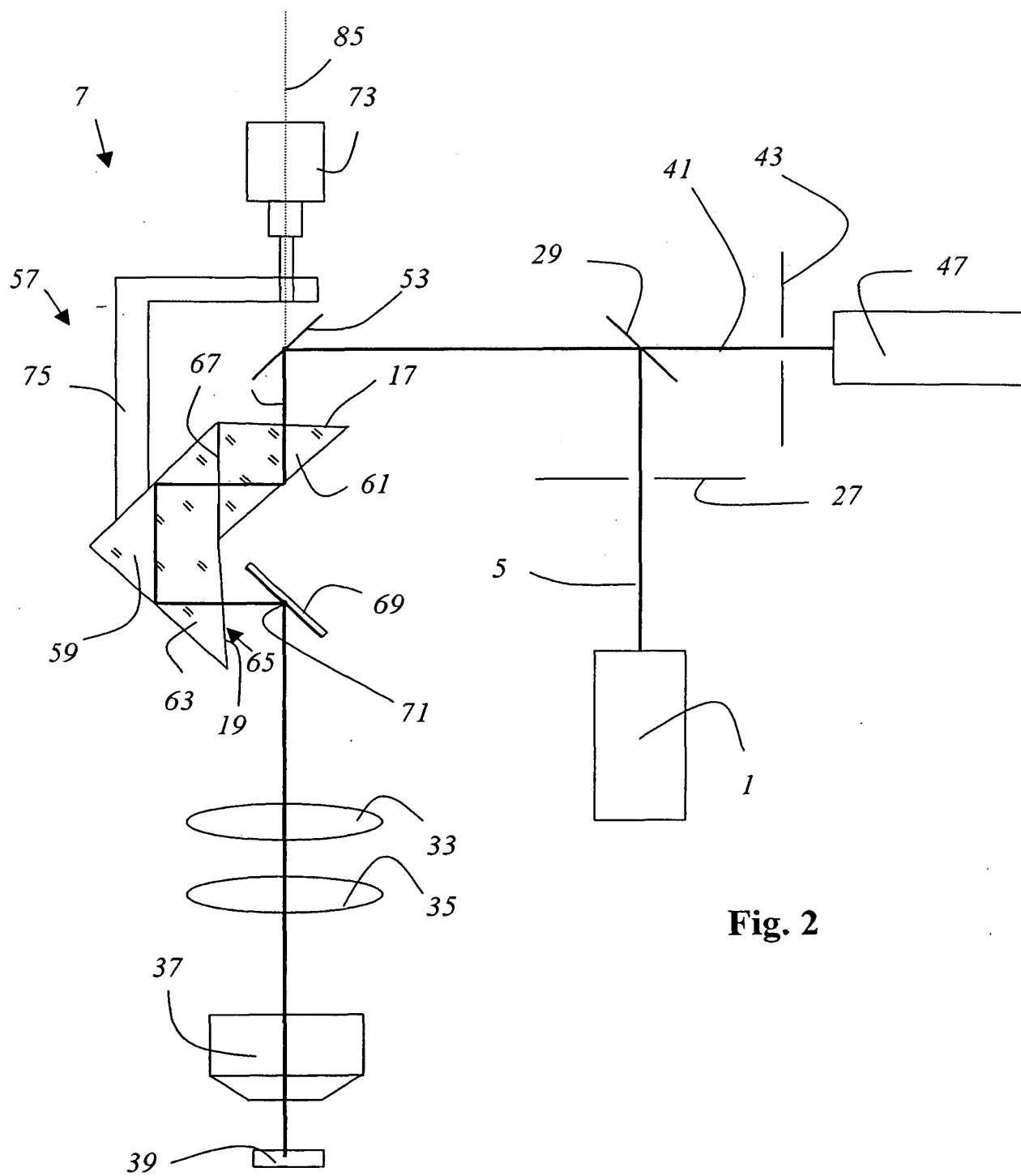


Fig. 2

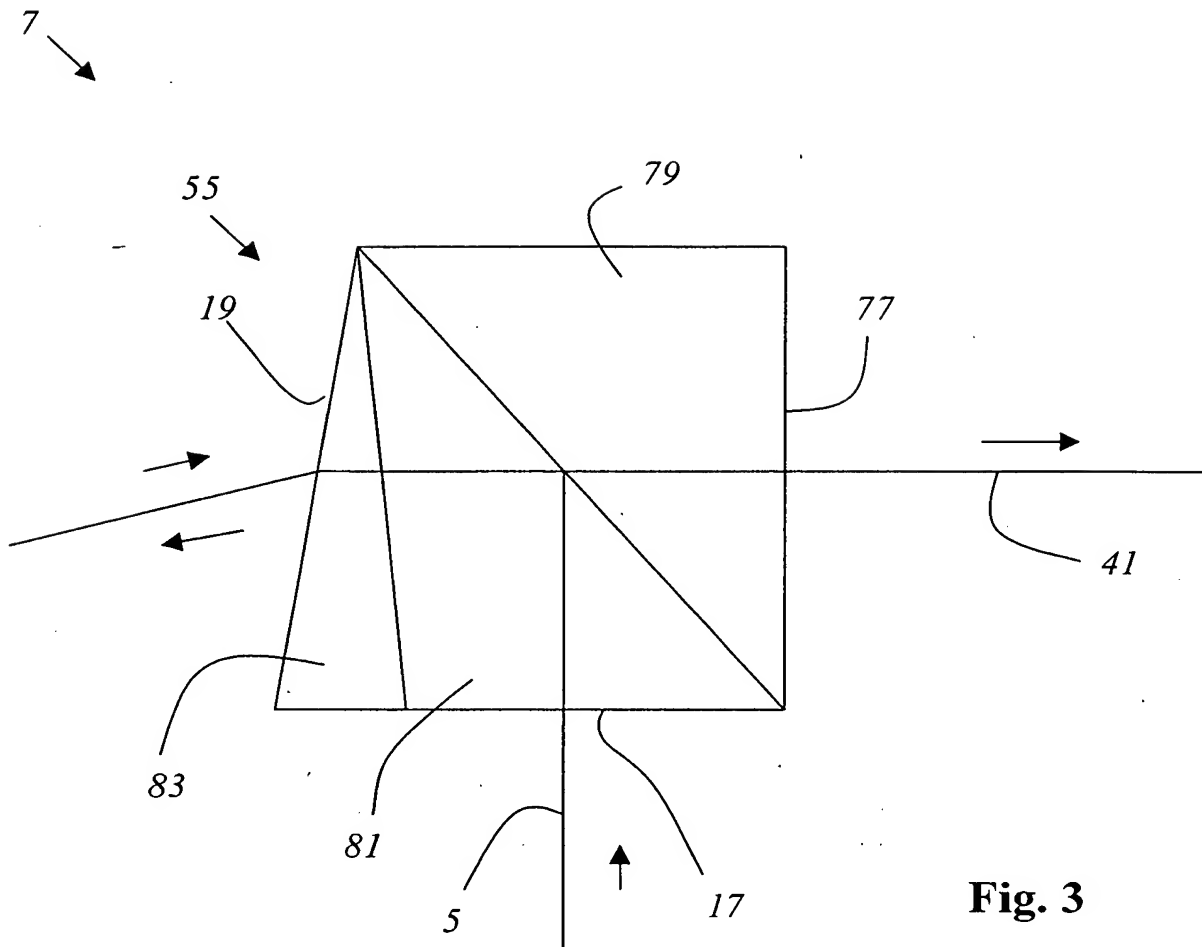


Fig. 3